

**RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH KERTAS
KAPASITAS 50 KG/JAM**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

DANDI SAPUTRA PRATAMA	NIM	0012035
HARY DWI RAMA	NIM	0022013
IDFI BERLIANSYAH	NIM	0012043

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2023**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH KERTAS

KAPASITAS 50 KGJAM

Oleh:

DANDI SAPUTRA PRATAMA NIM 0012035

HARY DWI RAMA NIM 0022013

IDFI BERLIANSYAH NIM 0012043

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Terapan/Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



(Erwanto, S.S.T., M.T.)

Pembimbing 2



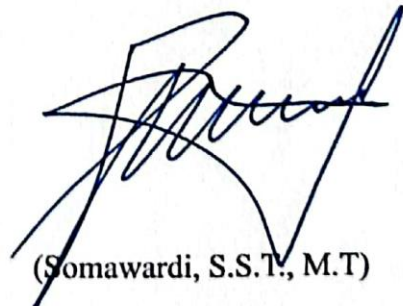
(Amril Reza, S.Tr.T., M.Sc.)

Penguji 1



(Yang Fitri Arriyani, S.S.T., M.T.)

Penguji 2



(Somawardi, S.S.T., M.T.)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : DANDI SAPUTRA PRATAMA NIM 0012035

Nama Mahasiswa 2 : HARY DWI RAMA NIM 0022013

Nama Mahasiswa 3 : IDFI BERLIANSYAH NIM 0012043

Dengan Judul : RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH KERTAS KAPASITAS
50KG/JAM

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, Agustus 2023

Nama Mahasiswa:

1. DANDI SAPUTRA PRATAMA
2. HARY DWI RAMA
3. IDFI BERLIANSYAH

Tanda Tangan



ABSTRAK

Kertas adalah bahan yang sering digunakan sebagai media untuk menulis, melukis, membuat dokumen dan lain-lain. Karena mudah ditemukan, kertas menjadi salah satu bahan paling penting di berbagai bidang seperti di industri, perkantoran dan lain-lain. Mesin pencacah kertas sudah banyak diproduksi, tetapi hanya bisa mencacah kertas dengan kapasitas yang kecil. Tujuan dari proyek akhir ini adalah merancang dan membuat mesin pencacah kertas yang mampu mencacah kertas dengan kapasitas 50 kg/jam dengan hasil cacahan ± 2 cm dalam upaya meningkatkan efisiensi dan produktifitas kerja. Metode perancangan yang digunakan dalam proyek akhir mesin pencacah kertas ini adalah metode VDI 2222 (Verein Deutcher Ingenieure / Persatuan Insinyur Jerman). Berdasarkan hasil rancangan dan uji coba, mesin pencacah kertas menggunakan motor listrik, sistem transmisi puli dan sabuk-v, serta 8 mata potong gergaji bundar, dan dari hasil uji coba, mesin ini dapat mencacah kertas dengan kapasitas 50 kg dalam waktu 48,6 menit dengan hasil cacahan ± 2 cm. mesin ini juga bisa mencacah kardus dengan memasukkannya satu per satu kedalam hopper input. Namun kelemahan pada mesin ini yaitu belum mampu mencacah kertas secara terus menerus (continue), masih sering terjadi kemacetan dan terdapat bunyi berisik pada mesin. Berdasarkan kapasitas dan hasil cacahan pada tuntutan, mesin ini berfungsi sesuai target yang ada. Namun mesin ini hanya mampu mencacah maksimal 5 lembar kertas untuk satu kali proses pencacahan.

Kata kunci : Kertas, pencacah, VDI 2222

ABSTRACT

Paper is a material that is often used as a medium for writing, painting, making documents and others. Because it is easy to find, paper is one of the most important materials in various fields such as industry, offices and others. Many paper shredding machines have been produced, but they can only chop paper with a small capacity. The aim of this final project is to design and manufacture a paper chopping machine capable of chopping paper with a capacity of 50 kg/hour with a chopped yield of ± 2 cm in an effort to increase work efficiency and productivity. The design method used in the final project of this paper chopping machine is the VDI 2222 method (Verein Deutcher Ingenieure / German Engineers Association). Based on the design and trial results, the paper shredder uses an electric motor, a pulley and v-belt transmission system, and 8 circular saw cutting edges, and from the trial results, this machine can shred paper with a capacity of 50 kg in 48.6 minutes. with chopped results of ± 2 cm. This machine can also chop cardboard by loading it one by one into the input hopper. However, the weakness of this machine is that it has not been able to chop paper continuously, jams often occur and there is a sound that fills the machine. Based on the capacity and the results of the count on demands, this machine functions according to the existing targets. However, this machine is only capable of chopping a maximum of 5 sheets of paper for one counting process.

Keywords : Paper, enumerator, VDI 2222

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir yang berjudul “RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH KERTAS KAPASITAS 50 KG/ JAM”.

Laporan proyek akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi Diploma III Perancangan Mekanik di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang-orang yang berperan penting dan memberikan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini. Adapun orang-orang yang bersangkutan yaitu :

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan materi, semangat dan do'a.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Erwanto, S.S.T., M.T. selaku pembimbing 1 dari prodi perawatan dan perbaikan mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah sabar membimbing penulis serta meluangkan banyak. waktu, tenaga, dan fikiran didalam memberikan pengarahan dalam proses rancang bangun mesin pencacah kertas kapasitas 50 kg/jam
4. Bapak Amril Reza, S.Tr.T., M.Sc. selaku pembimbing 2 dari prodi perancangan mekanik Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga dan fikiran didalam memberikan pengarahan dalam proses rancang bangun mesin pencacah kertas kapasitas 50 kg/jam.
5. Bapak Muhammad Haritsah Amrullah, S.S.T., M.Eng. selaku Ka. Prodi Teknik Perancangan Mekanik
6. Bapak Angga Sateria, S.S.T., M.Eng. selaku Ka Prodi Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin

7. Seluruh dosen pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu dalam penyelesaian proyek akhir ini.
8. Rekan rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama proyek akhir ini.
9. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan proyek akhir ini yang tidak dapat disebut satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan proyek akhir ini masih jauh dari sempurna terutama dari isi maupun rancangan karena keterbatasan waktu dan hambatan yang penulis hadapi. Oleh sebab itu penulis mengharapkan masukan dari pembaca yang bersifat membangun guna untuk menyempurnakan laporan ini.

Semoga laporan proyek akhir ini dapat memberi manfaat dan menambah wawasan bagi banyak orang.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Definsi Kertas.....	4
2.2 Metode Perancangan	5
2.3 Komponen Mesin	7
2.3.1 Motor Listrik	8
2.3.2 Poros.....	8
2.3.3 Bantalan (<i>Bearing</i>)	9
2.3.4 Puli dan Sabuk-V	10
2.4 Analisa dan perhitungan	13

2.5 Pembuatan <i>Operational Procedure (OP)</i>	16
2.6 Perakitan/ <i>Assembly</i>	16
2.7 Perawatan Mesin	17
2.7.1 Tujuan Perawatan Mesin	17
2.7.2 Jenis-Jenis Perawatan	17
BAB III METODE PELAKSANAAN	19
3.1 Tahapan Pelaksanaan.....	19
3.1.1 Pengumpulan Data	20
3.1.2 Identifikasi Masalah	20
3.1.3 Perancangan.....	20
3.1.4 Perhitungan dan Analisa	20
3.1.5 Pembuatan Komponen	20
3.1.6 Perakitan Mesin	20
3.1.7 Uji Coba	21
3.1.8 Kesimpulan.....	21
BAB IV PEMBAHASAN	22
4.1 Perancangan.....	22
4.1.1 Merencanakan.....	22
4.1.2 Mengkonsep	23
4.1.3 Merancang	33
4.1.4 Penyelesaian	34
4.2 Perhitungan dan Analisa	34
4.3 Pembuatan Komponen	36
4.4 Perakitan/ <i>Assembly</i> Mesin.....	37
4.5 Uji Coba	37
4.6 Analisa Hasil Uji Coba	38

4.7 Perawatan Mesin	39
BAB V PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis, Sumber dan Produk Daur Ulang Sampah Kertas.....	4
Tabel 2. 2 Faktor-Faktor Koreksi Daya yang Akan Ditransmisikan, fc	14
Tabel 4. 1 Daftar Tuntutan Pertama.....	23
Tabel 4. 2 Daftar Tuntutan Kedua	23
Tabel 4. 3 Alternatif Fungsi Bagian	25
Tabel 4. 4 Alternatif Bentuk Rangka.....	25
Tabel 4. 5 Alternatif Pengikatan Sistem <i>Cover</i> dan <i>Hopper</i>	26
Tabel 4. 6 Alternatif Fungsi Pencacah.....	27
Tabel 4. 7 Kotak Morfologi	29
Tabel 4. 8 Kriteria Penilaian.....	32
Tabel 4. 9 Penilaian Varian Konsep.....	32
Tabel 4. 10 Hasil Uji Coba	37
Tabel 4. 11 Skema Perawatan Preventif	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Mesin Pencacah Kertas Pabrik	2
Gambar 2. 1 Motor Listrik	8
Gambar 2. 2 Poros	9
Gambar 2. 3 Bantalan	9
Gambar 2. 4 Puli dan Sabuk-V	10
Gambar 2. 5 Ukuran Penampang Sabuk-V	11
Gambar 2. 6 Diagram Pemilihan Sabuk-V	11
Gambar 2. 7 Tabel Faktor Koreksi	12
Gambar 2. 8 Tabel Panjang Sabuk-V Standar	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Pelaksanaan	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Pelaksanaan	19
Gambar 4. 1 <i>Black Box</i>	23
Gambar 4. 2 Diagram Struktur Fungsi Bagian	24
Gambar 4. 3 Diagram Fungsi Bagian	24
Gambar 4. 4 Varian Konsep 1 (A1)	29
Gambar 4. 5 Varian Konsep 2 (A2)	30
Gambar 4. 6 Varian Konsep 2 (A2)	31
Gambar 4. 7 Diagram Penilaian	33
Gambar 4. 8 Optimalisasi Rancangan	33
Gambar 4. 9 Hasil Uji Coba	38

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Daftar Riwayat Hidup

LAMPIRAN 2 : Tabel Penilaian Bobot

LAMPIRAN 3 : Gambar Susunan dan Gambar Bagian

LAMPIRAN 4 : Operation Prosedure (OP)

LAMPIRAN 5 : Susunan Perakitan/ Assembly



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kertas adalah bahan yang sering digunakan sebagai media untuk menulis, melukis, membuat dokumen dan lain-lain. Kertas terbuat dari serat tanaman yang diolah melalui proses pembuatan untuk menghasilkan barang yang berbentuk lembaran yang memiliki berbagai ukuran dan jenis, seperti folio, *letter*, legal, dan lain-lain. Karena mudah ditemukan, kertas menjadi salah satu bahan paling penting di berbagai bidang seperti di industri, perkantoran dan lain-lain.

Setiap tahunnya Indonesia telah menghasilkan sampah sebanyak 34,5 ton dan 12 persen dari jumlah sampah tersebut adalah kertas. Sementara itu, sebanyak 43 persen limbah kertas masih belum terkelola (Kementerian Lingkungan Hidup (KLHK), 2020). Sangat disayangkan jika sampah kertas yang masih bernilai ekonomis dibuang dan dibakar begitu saja. Padahal kertas yang sudah tidak digunakan lagi masih bisa di daur ulang dan dimanfaatkan menjadi barang yang bernilai ekonomis. Dengan adanya mesin pencacah kertas, harapannya adalah untuk mengurangi pembakaran kertas yang dapat menimbulkan polusi udara dan bisa memanfaatkan sampah kertas menjadi barang yang bernilai serta dapat membantu proses daur ulang sampah kertas.

Mesin pencacah kertas sudah banyak diproduksi, tetapi hanya bisa mencacah kertas dengan kapasitas yang kecil. Berdasarkan hasil observasi langsung terhadap mesin pencacah kertas pabrikan yang ada di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung tepatnya di ruangan logistik, mesin tersebut dapat mencacah maksimal 5 lembar kertas dengan waktu ± 5 detik sekali proses pencacahan. Maka dalam 1 jam mesin tersebut dapat mencacah ± 18 kg jika digunakan untuk mencacah kertas A4 yang mempunyai berat 5 gram per lembarnya. Mesin ini tentunya kurang efisien jika digunakan untuk mencacah kertas yang jumlahnya besar.



Gambar 1. 1 Mesin Pencacah Kertas Pabrik

Permasalahan tersebut menjadi salah satu alasan mengapa perlu membuat mesin pencacah kertas yang dapat mencacah kertas dengan cepat dan memiliki kapasitas besar yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembahasan pada latar belakang, maka rumusan masalah yang ada adalah bagaimanakah merancang bangun mesin pencacah kertas dengan kapasitas yang lebih besar?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari rancang bangun mesin pencacah kertas adalah :

1. Mesin pencacah kertas yang dirancang bangun dibatasi dengan kapasitas 50 kg/jam
2. Mesin pencacah kertas yang dirancang bangun ini hanya bisa mencacah kertas kering dengan ukuran 21 cm x 29,7 cm atau seukuran kertas A4 dengan hasil cacahan ± 2 cm.
3. Mesin pencacah kertas yang dirancang bangun ini selain bisa mencacah kertas bisa juga mencacah kardus dengan ukuran kardus yang tidak melebihi lebar *hopper input*.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

Adapun tujuan dari proyek akhir ini adalah merancang dan membuat mesin pencacah kertas yang mampu mencacah kertas dengan kapasitas 50 kg/jam dengan hasil cacahan ± 2 cm.



BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Definsi Kertas

Kertas adalah salah satu limbah yang paling banyak dihasilkan oleh manusia, baik yang dihasilkan oleh rumah tangga maupun sekolah dan perkantoran. Limbah kertas menjadi salah satu masalah yang serius bagi bumi ini. Pada umumnya kertas berbahan dasar dari alam dan biasanya dari pepohonan. Maka semakin kita banyak mempergunakan kertas maka semakin cepat pula bumi ini penuh dengan rusak karena keseimbangan alamnya terganggu. Kertas memiliki berbagai jenis, ketebalan, dan ukuran yang bervariasi, seperti kertas HVS, kertas karton, kertas tisu, dan banyak lagi. Kertas juga dapat didaur ulang untuk mengurangi dampak lingkungan dari pembuangan sampah kertas.

Tabel 2. 1 Jenis, Sumber dan Produk Daur Ulang Sampah Kertas

Sumber : Ditjen Cipta Karya, 1999

Jenis Sampah Kertas	Sumber	Produk Daur Ulang
Kertas Komputer dan Kertas Tulis	Perkantoran	Kertas komputer dan kertas tulis <i>Art paper</i>
	Percetakan	
	Sekolah	
Kantong	Pabrik	Karton <i>Art paper</i>
	Pasar	
	Pertokoan	
Karton dan <i>box</i>	Pabrik	Karton <i>Art paper</i>
	Pasar	
	Pertokoan	
Koran, majalah dan buku	Perkantoran	Kertas koran <i>Art paper</i>
	Pasar	
	Rumah tangga	

Lanjutan Tabel 2. 1 Jenis , Sumber dan Produk Daur Ulang Sampah Kertas

Jenis Sampah Kertas	Sumber	Produk Daur Ulang
Kertas bekas campuran	Rumah tangga	Kertas <i>tissue</i>
	Perkantoran	Kertas tulis
	TPS/TPA	Kualitas rendah
	Pertokoan	<i>Art paper</i>
Kertas pembungkus makanan	Pertokoan	Tidak dapat didaur ulang
	Rumah tangga	
Kertas <i>tissue</i>	Perkantoran	
	Rumah tangga	Kertas <i>tissue</i> (tetapi sangat jarang yang didaur ulang kembali)
	Perkantoran	
	Rumah makan	
	Pertokoan	

Dari tabel diatas diketahui bahwa jenis kertas yang sering digunakan di perkantoran adalah jenis kertas komputer dan kertas tulis, adapun kertas komputer biasanya menggunakan kertas *Hout Virj Schrijfpapier (HVS)*. Kertas *HVS* memiliki beragam jenis ukuran, namun yang banyak diketahui yaitu kertas *HVS* jenis A4 dan F4 yang memiliki lebar 210 cm dengan berat umumnya 80 *gsm*.

2.2 Metode Perancangan

Metode perancangan adalah suatu cara untuk memunculkan suatu rancangan dengan berbagai pilihan dan variasi, untuk menciptakan rancangan yang optimal. Metode perancangan yang digunakan untuk mesin pencacah kertas ini adalah metode VDI 2222 (*Verein Deutcher Ingenieure / Persatuan Insinyur Jerman*). Adapun tahapan yang ada pada metode perancangan VDI 2222 (Corinthias P. M. Sianipar dkk., 2013) yaitu:

1. Merencanakan

Dalam tahap merencanakan memerlukan data-data dari berbagai referensi seperti studi literatur, survei dan referensi lainnya, baik itu dalam bentuk tulisan

maupun lisan untuk mengatasi masalah yang ada dan sebagai pembanding untuk mengecek kualitas produk.

2. Mengkonsep

Mengkonsep merupakan proses desain yang dapat menguraikan tujuan yang ingin dicapai, diagram proses, analisis fungsi bagian, dan pemilihan alternatif bagian serta kombinasi fungsi bagian yang mengarah ke keputusan akhir. Adapun beberapa tahapan dalam mengkonsep yaitu :

a. Daftar Tuntutan

Pada tahap ini diuraikan tuntutan yang ingin dicapai dalam pembuatan produk. Adapun tuntutan yang ada adalah tuntutan primer, tuntutan sekunder dan tuntutan tersier. Tuntutan pertama adalah tuntutan utama dan acuan utama dalam pembuatan produk. Tuntutan kedua adalah tuntutan yang dilakukan setelah tuntutan pertama. Tuntutan ketiga adalah tuntutan yang dilakukan setelah tuntutan pertama dan kedua yang biasanya diikuti dengan keinginan konsumen.

b. Hierarki Fungsi

Dalam sesi ini dijabarkan jika hierarki fungsi merupakan sistem utama yang digunakan dalam proses pembuatan mesin. Analisa *black box* adalah sistem utama pada hierarki fungsi. Analisa *black box* yang hendak dibuat adalah *input*, proses serta *output* pada mesin pencacah kertas.

c. Membuat Alternatif Fungsi Bagian

Tahap ini dijabarkan bagian sistem produk yang akan dirancang serta seluruh bagian sistem diuraikan menjadi bagian-bagian sesuai fungsinya masing-masing.

d. Membuat Alternatif Fungsi Keseluruhan

Pemilihan alternatif bagian-bagian yang telah dibuat berdasarkan pada angka-angka yang didasari pada riset literatur, inversi desain, wujud, serta lainnya

e. Varian Konsep

Konsep yang telah ada tersebut dikembangkan untuk mengoptimisasi desain dan ditentukan berdasarkan daftar tuntutan yang telah ditetapkan.

f. Keputusan Akhir

Keputusan akhir berupa alternatif-alternatif yang dipilih dengan mempertimbangkan kelebihan dan kekurangan yang ada dan akan digunakan dalam sistem yang akan dibuat.

3. Merancang

Merupakan tahapan dalam penggambaran wujud dari mesin yang akan diperoleh berdasarkan hasil penilaian varian konsep yang dioptimalisasi untuk mendapatkan rancangan dengan detail konstruksi yang sederhana pada saat proses pemesinannya. Pemilihan material, analisa dan perhitungan, kekuatan bahan, dan standarisasi merupakan hal yang harus diperhatikan pada tahap merancang.

4. Penyelesaian

Adapun langkah dalam tahap penyelesaian yaitu :

1) Gambar susunan

Gambar susunan adalah gambar yang berupa informasi tentang fungsi keseluruhan tentang suatu produk dan daftar bagian komponen-komponen yang digunakan.

2) Gambar kerja/bagian

Gambar kerja/bagian adalah gambar yang berupa informasi untuk mempermudah proses pemesinan Gambar kerja/bagian biasanya berupa komponen mesin yang tidak standar dan akan dilanjutkan proses pemesinan

2.3 Komponen Mesin

Komponen mesin adalah suatu wujud dari serangkaian mesin yang digunakan sebagai pembuat tenaga (Imam Arifin, 2013). Adapun beberapa komponen mesin yang ada :

2.3.1 Motor Listrik



Gambar 2. 1 Motor Listrik

Sumber : www.robotics.instiperjogja.ac.id/post/aktuator

Motor listrik adalah peralatan elektromagnet yang memanfaatkan tenaga listrik menjadi tenaga mekanik (Eko Luqman Armansyah, 2020). Motor listrik dibagi menjadi dua yaitu:

1. Motor Listrik AC

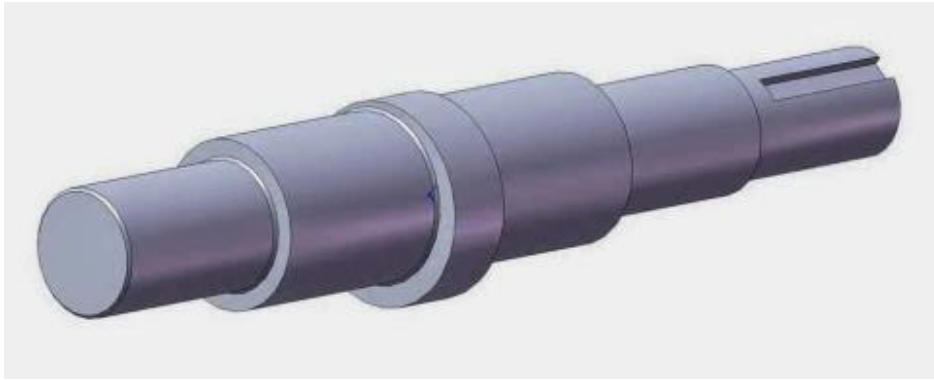
Merupakan motor listrik yang digerakkan oleh *Alternating Current* atau arus bolak balik (AC). Stator dan rotor merupakan dua elemen utama pada motor AC (I Nyoman Bagia dan I Made Parsa, 2018)

2. Motor Listrik DC

Merupakan motor listrik yang dapat digerakkan searah. Arus searah yang didapatkan pada motor DC kemudian diubah menjadi tenaga mekanik yang berupa rotasi atau gerakan (Risky Abadi, 2023).

2.3.2 Poros

Poros merupakan suatu pusat yang berotasi, bentuk dari berpenampang poros biasanya bulat, dimana terpasang komponen-komponen mesin lainnya seperti roda gigi, puli, *flywheel*, engkol, *sprocket* serta komponen pemindah lainnya. Beban yang biasanya terdapat pada poros yaitu beban lentur, tarik, tekan dan puntir. Poros dibagi menjadi beberapa jenis sesuai dengan beban yang ada, diantaranya poros transmisi, gandar, poros *spindel*. (Awali dan Asroni, 2013).



Gambar 2. 2 Poros

Sumber : www.maretaramadhanis.wordpress.com/2016/05/13/macam-macam-poros/

2.3.3 Bantalan (*Bearing*)

Bantalan merupakan elemen mesin untuk menumpu poros terbeban, sehingga putaran dari poros dapat berlangsung secara halus dan aman. Konstruksi bantalan harus kokoh agar mampu menahan poros terbeban yang berhubungan dengan elemen mesin lainnya sehingga dapat berotasi sesuai kegunaannya. Jika bantalan tidak bekerja sesuai dengan fungsinya, maka akan mempengaruhi fungsi komponen lainnya (Faisal Lubis dkk., 2021).

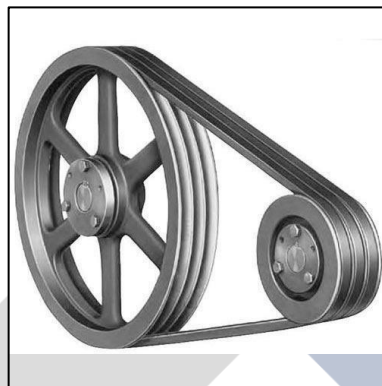


Gambar 2. 3 Bantalan

Sumber : www.anistkr.blogspot.com/2012/07/bantalan-bearing.html

2.3.4 Puli dan Sabuk-V

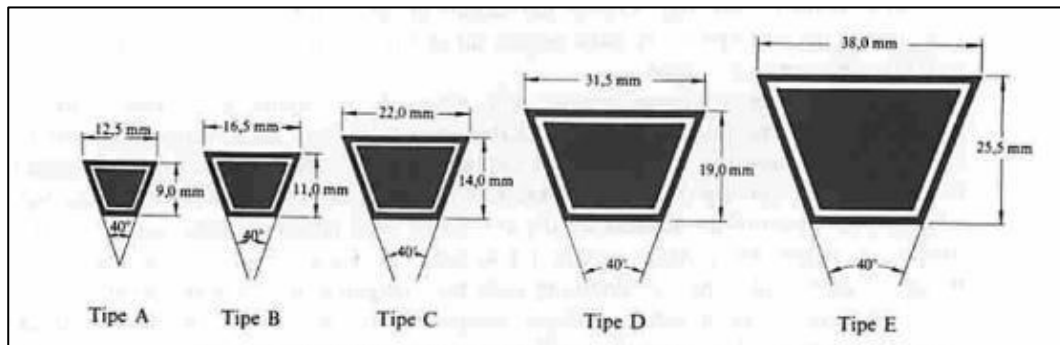
Puli merupakan elemen pemindah yang digunakan untuk mentransmisikan putaran dari sumber penggerak ke poros melalui sabuk. Untuk mendapatkan rasio perbandingan yang tepat pada puli maka diperlukan pemilihan yang teliti pada puli. Jarak antara sumbu puli adalah jarak antar poros. Jarak antar sumbu poros harus sebesar 1,5 sampai dua kali diameter puli besar .



Gambar 2. 4 Puli dan Sabuk-V

Sumber : www.anugerahjayabearing.com/category/bearing/mechanicals/v-belt-pulley

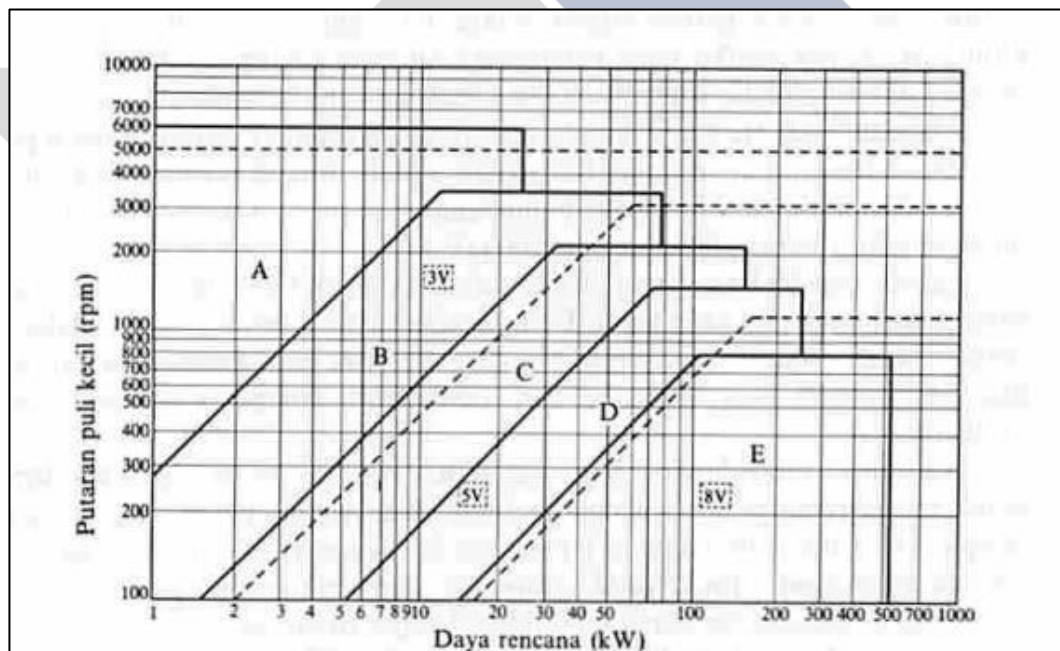
Sabuk-v dililitkan pada alur puli yang berbentuk v. Bagian sabuk membungkus puli dibuat melengkung, sehingga lebar bagian dalamnya bertambah. Gesekan juga meningkat karena efek baji, yang menghasilkan transfer daya yang lebih tinggi pada voltase yang relatif lebih rendah. Ini adalah salah satu keunggulan sabuk-v dibandingkan sabuk rata (Sularso, 2004). Penggunaan sabuk-v dikarenakan mudah didapatkan dipasar dan harganya yang murah namun kelemahan dalam penggunaan sabuk-v adalah memungkinkan terjadinya slip, maka diperlukan perhitungan yang akurat untuk menentukan jenis sabuk dan panjang sabuk. Ukuran sabuk berdasarkan standar yang ada dapat dilihat dari gambar 2.5 dibawah :



Gambar 2. 5 Ukuran Penampang Sabuk-V

Sumber : Sularso, 2004

Untuk pemilihan tipe sabuk-v dapat dilihat dari gambar 2.6 dibawah :



Gambar 2. 6 Diagram Pemilihan Sabuk-V

Sumber : Sularso, 2004

Faktor koreksi sabuk v dapat dilihat dari gambar 2.7 dibawah :

Mesin yang digerakkan		Penggerak					
		Momen puntir puncak 200%			Momen puntir puncak > 200%		
		Motor arus bolak-balik (momen normal, sangkar bajing, sinkron), motor arus searah (lilitan sbunt)			Motor arus bolak-balik (momen tinggi, fasa tunggal, lilitan seri), motor arus searah (lilitan kompon, lilitan seri), mesin torak, kopling tak tetap		
		Jumlah jam kerja tiap hari			Jumlah jam kerja tiap hari		
		3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam	3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam
Variasi beban sangat kecil	Pengaduk zat cair, kipas angin, blower (sampai 7,5 kW) pompa sentrifugal, konveyor tugas ringan	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
Variasi beban kecil	Konveyor sabuk (pasir, batu bara), pengaduk, kipas angin (lebih dari 7,5 kW), mesin torak, peluncur, mesin perkakas, mesin percetakan.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Variasi beban sedang	Konveyor (ember, sekrup), pompa torak, kompresor, gilingan palu, pengocok, roots-blower, mesin tekstil, mesin kayu	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Variasi beban besar	Penghancur, gilingan bola atau batang, pengangkat, mesin pabrik karet (rol, kalender)	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

Gambar 2. 7 Tabel Faktor Koreksi

Sumber : Sularso, 2004

Keliling sabuk v diambil berdasarkan standar yang mendekati hasil perhitungan dapat dilihat dari gambar 2.8 dibawah :

Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal	
(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)
10	254	45	1143	80	2032	115	2921
11	279	46	1168	81	2057	116	2946
12	305	47	1194	82	2083	117	2972
13	330	48	1219	83	2108	118	2997
14	356	49	1245	84	2134	119	3023
15	381	50	1270	85	2159	120	3048
16	406	51	1295	86	2184	121	3073
17	432	52	1321	87	2210	122	3099
18	457	53	1346	88	2235	123	3124
19	483	54	1372	89	2261	124	3150
20	508	55	1397	90	2286	125	3175
21	533	56	1422	91	2311	126	3200
22	559	57	1448	92	2337	127	3226
23	584	58	1473	93	2362	128	3251
24	610	59	1499	94	2388	129	3277
25	635	60	1524	95	2413	130	3302
26	660	61	1549	96	2438	131	3327
27	686	62	1575	97	2464	132	3353
28	711	63	1600	98	2489	133	3378
29	737	64	1626	99	2515	134	3404
30	762	65	1651	100	2540	135	3429
31	787	66	1676	101	2565	136	3454
32	813	67	1702	102	2591	137	3480
33	838	68	1727	103	2616	138	3505
34	864	69	1753	104	2642	139	3531
35	889	70	1778	105	2667	140	3556
36	914	71	1803	106	2692	141	3581
37	940	72	1829	107	2718	142	3607
39	965	73	1854	108	2743	143	3632
39	991	74	1880	109	2769	144	3658
40	1016	75	1905	110	2794	145	3683
41	1041	76	1930	111	2819	146	3708
42	1067	77	1956	112	2845	147	3734
43	1092	78	1981	113	2870	148	3759
44	1118	79	2007	114	2896	149	3785

Gambar 2. 8 Tabel Panjang Sabuk-V Standar

Sumber : Sularso, 2004

2.4 Analisa dan perhitungan

1. Perhitungan kapasitas mesin (Q)

$$Q = \frac{\text{massa (gram)} \times \text{jumlah proses pencacahan}}{\text{detik}} = \frac{\text{gram}}{\text{detik}} = \frac{\text{kg}}{\text{detik}} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$Q = \frac{\text{kg} \times 3.600 \text{ detik}}{\text{jam}} = \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \dots\dots\dots(2.2)$$

2. Perhitungan putaran (*rpm*) mata potong

$$rpm = \frac{1 \times \text{jumlah putaran} \times \text{jumlah proses pencacahan}}{\text{detik}} = \frac{\text{putaran}}{\text{detik}} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$rpm = \frac{\text{putaran} \times 60 \text{ detik}}{\text{menit}} = \frac{\text{putaran}}{\text{menit}} \dots\dots\dots (2.4)$$

3. Perhitungan torsi motor

$$T = \frac{P}{2\pi \frac{nr}{60}} = \frac{p.60}{2\pi.nr} \text{ (Sularso, 2004)} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

P = Daya motor (Kw)

T = Torsi motor (N.m)

nr = Putaran motor (Rpm)

4. Perhitungan daya rencana (*Pd*)

$$Pd = fc . P \text{ (Sularso, 2004)} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

Pd = Daya rencana (Kw)

fc = Faktor koreksi

P = Daya motor (Kw)

Tabel 2. 2 Faktor-Faktor Koreksi Daya yang Akan Ditransmisikan, *fc*

Sumber : Sularso, 2004

Daya yang akan ditransmisikan	<i>fc</i>
Daya rata-rata	1,2-2,0
Daya Maksimum	0,8-1,3
Daya normal	1,0-1,5

5. Kecepatan sabuk (*V*)

$$V = \frac{dpn_1}{60 \times 1000} \text{ (Sularso, 2004)} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

V = Kecepatan puli (m/s)

dp = Diameter puli kecil (mm)

n₁ = Putaran puli kecil (rpm)

6. Putaran sabuk < 30 m/s → baik.

Jika putaran sabuk kurang dari 30 m/s maka dinilai baik.

7. Panjang keliling (L)

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(d_p + D_p) + \frac{1}{4C}(D_p - d_p)^2 \quad (\text{Sularso, 2004}) \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

L = Panjang keliling (mm)

C = Jarak sumbu poros (mm)

D_p = Diameter puli besar (mm)

d_p = Diameter puli kecil (mm)

8. Diameter poros (d_s)

Diameter poros ditentukan dari diameter lubang yang ada pada mata potong yaitu diameter 20 mm

9. Jarak sumbu poros (C)

$$b = 2L - 3,14 (D_p + d_p) \quad (\text{Sularso, 2004}) \dots\dots\dots(2.9)$$

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8 (D_p - d_p)^2}}{8} \quad (\text{Sularso, 2004}) \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

L = Panjang keliling (mm)

C = Jarak sumbu poros (mm)

D_p = Diameter puli besar (mm)

d_p = Diameter puli kecil (mm)

10. Momen rencana (T) poros

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \quad (\text{Sularso, 2004}) \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

T = Momen rencana

P_d = Daya rencana

n_1 = Putaran puli kecil

11. Tegangan geser (T) poros

$$r = \frac{5,1T}{d_s^3} \quad (\text{Sularso, 2004}) \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

r = Tegangan geser

T = Momen rencana

d_s = Diameter poros

12. Tegangan geser izin (r_a) poros

$$r_a = \frac{\sigma_b}{sf1 \times sf2} \text{ (Sularso, 2004).....(2.13)}$$

Keterangan :

σ_b = Tegangan ijin (N)

$sf1$ = Faktor keamanan (mm) (untuk baja karbon S-C diambil 6 dari baja tempa (SF 5,6)

$sf2$ = Faktor keamanan (mm)

2.5 Pembuatan *Operational Procedure (OP)*

Operational Procedure (OP) dibuat menggunakan metode penomoran. Pembuatan *Operational Procedure (OP)* dilakukan berdasarkan proses pemesinan suatu komponen. Keterangan dalam penomoran pembuatan *Operational Procedure (OP)* adalah sebagai berikut :

- 000 = Mempelajari gambar kerja
- 001 = Menyiapkan bahan
- 002 = *Marking out*/ penandaan
- 003 = *Setting* Mesin dan *safety tool*
- 004 = Mencekam benda kerja
- 101-110 = Proses pemesinan pertama
- 201-210 = Proses pemesinan kedua
- 301-310 = Proses pemesinan ketiga
- 401-410 = Proses pemesinan keempat

2.6 Perakitan/ *Assembly*

Perakitan/ *assembly* merupakan proses penggabungan atau penyatuan dua komponen atau lebih menjadi satu sistem dengan fungsi tertentu. Perakitan perlu diperhatikan mulai dari tahap awal perencanaan produk. Hal ini dilakukan untuk menghindari kegagalan yang dikarenakan oleh distoleransi, dimensi yang

menyimpang, dan perakitan komponen yang susah (Alfadhlani dan Isa Setiasyah Toha, 2008).

2.7 Perawatan Mesin

Perawatan dan pemeliharaan mesin yaitu suatu pola dengan tujuan untuk melindungi, membentengi, dan mengoptimalkan kegunaan suatu mesin. Dengan begitu, aktivitas produksi pun dapat berdaya guna tinggi (Hyprowira, 2020).

2.7.1 Tujuan Perawatan Mesin

Tujuan perawatan mesin (Erlan Supriyanto, 2011) antara lain:

1. Membantu mencapai kualitas produk dan kepuasan pelanggan melalui penyesuaian, pemeliharaan, dan pengoperasian peralatan yang tepat
2. Memaksimalkan kapasitas produksi dari sumber daya sistem yang ada
3. Memaksimalkan masa manfaat sistem
4. Keamanan sistem dan meminimalisir gangguan pada keamanan
5. Meminimalisir frekuensi dan intensitas interupsi dalam pengoperasian

2.7.2 Jenis-Jenis Perawatan

Jenis-jenis perawatan (Muhammad Arsyad dan Ahmad Zubair Sultan, 2018) yaitu :

1. Perawatan Preventif (*Preventive Maintenance*)

Merupakan tindakan perawatan dengan tujuan mencegah kerusakan atau bagaimana merencanakan pemeliharaan preventif (*Preventive Maintenance*). Ruang lingkup perawatan preventif meliputi memeriksa, melakukan perbaikan kecil, melumasi dan menyetel agar peralatan atau mesin kerja terlindungi dari kerusakan.

2. Perawatan Korektif

Suatu tindakan pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi fasilitas/peralatan ke tingkat yang dapat diterima. Dalam proses perbaikan, peningkatan dapat dilakukan sedemikian rupa, misalnya dengan mengubah atau memodifikasi desain agar perangkat menjadi lebih baik.

3. Perawatan Darurat (*Emergency Maintenance*)

Merupakan tindakan perbaikan yang harus segera dilakukan karena terjadi kemacetan atau kerusakan yang tidak disengaja.

4. Perawatan Berjalan (*Running Maintenance*)

Ketika pekerjaan pemeliharaan dilakukan ketika mesin atau peralatan dalam keadaan baik. Pemeliharaan berkelanjutan berlaku pada peralatan yang harus beroperasi terus menerus untuk proses produksi. Beberapa operasi dilakukan seperti pembersihan, inspeksi dan penyesuaian.

5. Perawatan Berhenti (*Shut Down Maintenance*)

Ketika tindakan perawatan dilakukan ketika instalasi atau peralatan akan dimatikan. Penghentian perawatan sesuai dengan kegiatan perawatan yang direncanakan. Beberapa kegiatan yang dilakukan antara lain pembersihan, inspeksi dan perombakan.

6. Perawatan setelah terjadi kerusakan (*Breakdown Maintenance*)

Tindakan pemeliharaan yang dilakukan ketika peralatan telah mengalami kerusakan, untuk perbaikannya harus menyiapkan suku cadang, bahan, alat dan sumber daya manusia.

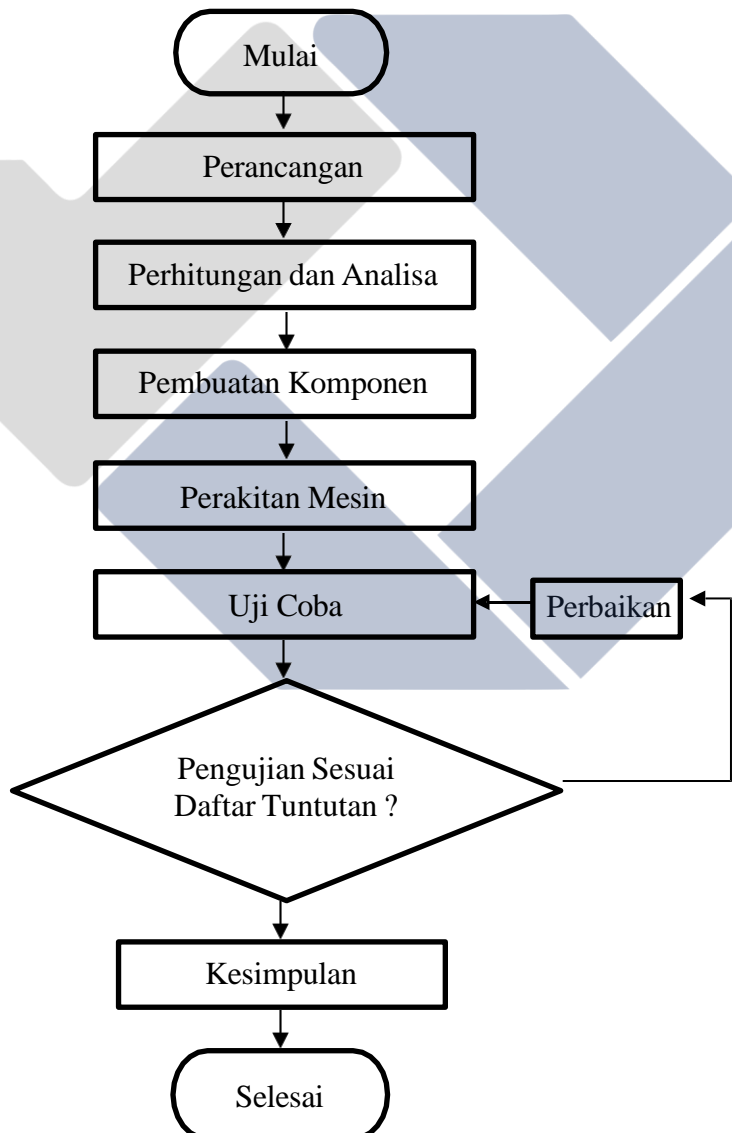
7. Perawatan Menyeluruh (*Overhaul Maintenance*)

Tindakan perawatan teratur yang terdiri dari pembongkaran, pembersihan, inspeksi, pengukuran, pemeliharaan, *assembly*, dan pengetesan.

BAB III METODE PELAKSANAAN

3.1 Tahapan Pelaksanaan

Tahapan dalam pelaksanaan “Rancang Bangun Mesin Pencacah Kertas Kapasitas 50 Kg/Jam” ini dimulai dengan langkah-langkah tahapan kerja yang akan dilakukan agar lebih terarah dan terkontrol seperti yang digambarkan pada diagram alir proses kerja dibawah ini :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Pelaksanaan

3.1.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan salah satu tahapan yang sangat penting dilakukan. Dalam tahap ini diperlukan data-data yang akurat untuk mengetahui masalah yang dibahas. Terdapat beberapa metode yang dilakukan dalam tahap pengumpulan data seperti studi literatur dan observasi langsung.

3.1.2 Identifikasi Masalah

Setelah pengumpulan data didapat selanjutnya akan diidentifikasi masalah berdasarkan data-data yang suda ada agar bisa dilanjutkan pada tahap berikutnya yaitu perancangan.

3.1.3 Perancangan

Pada tahap ini terdapat daftar tuntutan, analisa *black box*, penguraian fungsi bagian, alternatif fungsi bagian, dan kombinasi alternatif keseluruhan menjadi varian konsep.

3.1.4 Perhitungan dan Analisa

Pada tahap ini dibuat perhitungan dan analisa berdasarkan komponen mesin seperti puli dan sabuk v, motor listrik dan poros agar pemilihan komponen mesin sesuai dengan kebutuhan dan fungsi.

3.1.5 Pembuatan Komponen

Dalam tahap ini diperlukan proses pemesinan untuk membuat komponen yang tidak standar dan membeli komponen standar yang sudah tersedia dipasar.

3.1.6 Perakitan Mesin

Merakit mesin adalah proses menyatukan komponen menjadi suatu mesin atau penyatuan sub-sistem menjadi satu sistem yang utuh sesuai dengan tahapan-tahapan yang di tentukan.

3.1.7 Uji Coba

Uji coba adalah tahapan pengujian terhadap suatu mesin yang telah dibuat, apakah mesin tersebut sesuai dengan tuntutan yang ada atau tidak. Apabila mesin tersebut tidak sesuai dengan yang ada maka akan dilakukan identifikasi masalah terhadap mesin dan mencari solusi untuk menyelesaikan masalah tersebut.

3.1.8 Kesimpulan

Tahap ini merupakan proses akhir dan hasil dari mesin yang telah dilakukan uji coba, apakah mesin yang dibuat sesuai dengan tuntutan yang ada.



BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Perancangan

Metode perancangan yang digunakan yaitu VDI 2222 (*Verein Deutscher Ingenieure* / Persatuan Insinyur Jerman). Adapun tahapan perancangan dalam pembuatan mesin pencacah kertas yaitu :

4.1.1 Merencanakan

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya studi literatur baik melalui buku jurnal, artikel dan buku-buku yang berkaitan dengan elemen mesin dan berdasarkan hasil observasi langsung terhadap mesin pencacah kertas pabrikan yang ada di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung tepatnya di ruangan logistik, mesin tersebut dapat mencacah maksimal 5 lembar kertas dengan waktu ± 5 detik sekali proses pencacahan. Maka dalam 1 jam mesin tersebut dapat mencacah ± 18 kg jika digunakan untuk mencacah kertas A4 yang mempunyai berat 5 gram per lembarnya dengan ukuran kertas 21 cm x 29,7 cm dan sering terjadi kemacetan pada mesin jika digunakan untuk mencacah lebih dari 4 lembar kertas.

2. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang ditemukan berdasarkan hasil observasi langsung yang telah dilakukan adalah :

- 1) kapasitas mesin hanya ± 18 kg/jam sehingga kurang efisien jika digunakan untuk mencacah kertas berkapasitas besar yang melebihi kapasitas mesin tersebut
- 2) sering terjadi kemacetan pada mesin jika digunakan untuk mencacah lebih dari 4 lembar kertas yang dikarenakan jarak antara mata potong yang terlalu dekat dan putaran mata potong yang terlalu rendah.

4.1.2 Mengkonsep

Ada beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam mengkonsep mesin pencacah kertas yaitu sebagai berikut :

1. Daftar Tuntutan

Daftar tuntutan yang didapat dari pengajuan proposal tugas akhir dengan judul “ Rancang Bangun Mesin Pencacah Kertas Kapasitas 50 Kg/jam” yaitu :

a. Tuntutan pertama

Tabel 4. 1 Daftar Tuntutan Pertama

No.	Deskripsi	Tuntutan	Satuan
1	Kapasitas Mesin	50	Kg/jam
2	Hasil Cacahan	2,3	Cm

b. Tuntutan kedua

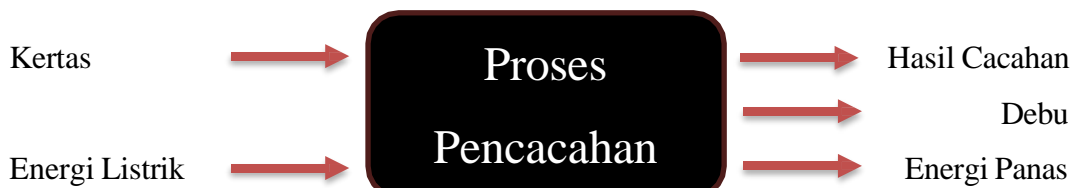
Tabel 4. 2 Daftar Tuntutan Kedua

No.	Deskripsi	Tuntutan
1	Fungsi Mesin	Dapat mencacah kardus
2	Perawatan	Mudah, tanpa perlu tenaga ahli khusus
3	Penggerak	Motor Listrik

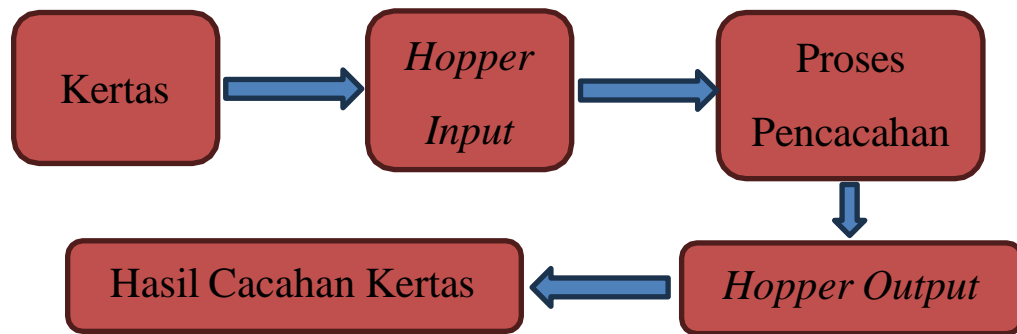
2. Pembagian Fungsi

a) *Black Box*

Mesin dapat mencacah kertas menjadi beberapa bagian selebar $\pm 2,3$ cm dengan kapasitas 50 Kg/jam. Fungsi utama mesin pencacah kertas kapasitas 50 kg/jam dapat dilihat dari gambar 4.1 dan 4.2 dibawah ini :

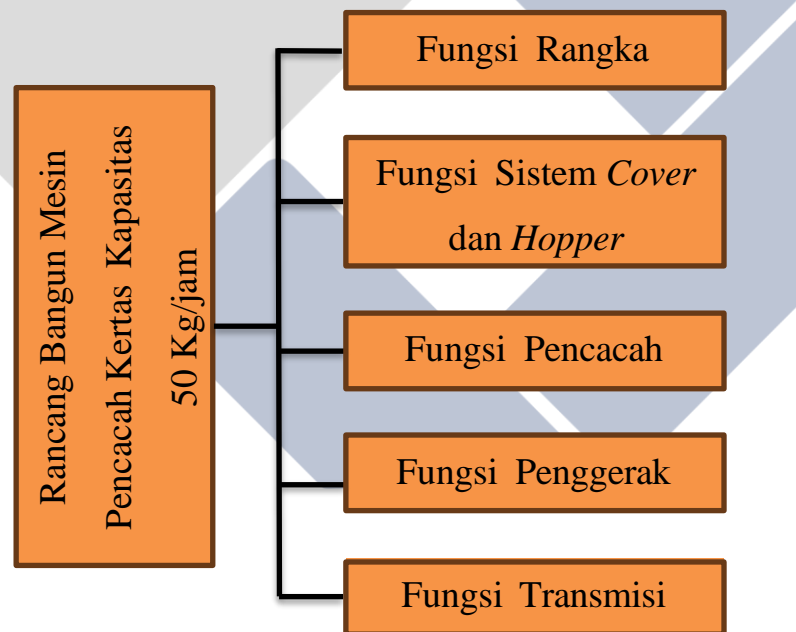


Gambar 4. 1 *Black Box*



Gambar 4. 2 Diagram Struktur Fungsi Bagian

Setelah adanya pemecahan masalah dari gambar *black box* dan gambar diagram struktur fungsi diatas, selanjutnya akan dirancang alternatif-alternatif berdasarkan fungsi bagian. Gambar fungsi bagian dapat dilihat dari gambar 4.3 diagram fungsi bagian dibawah ini :



Gambar 4. 3 Diagram Fungsi Bagian

b) Daftar Tuntutan Fungsi Bagian

Mendefinisikan fungsi bagian dari mesin pencacah kertas secara rinci. Agar mendapatkan rancangan yang optimal, maka diperlukan alternatif-alternatif dari beberapa sub fungsi bagian yang akan dikombinasikan menjadi alternatif fungsi

keseluruhan (varian konsep). Tuntutan fungsi bagian yang telah diuraikan pada *black box* dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 3 Alternatif Fungsi Bagian


Fungsi Bagian	Deskripsi
Fungsi Rangka	Rangka memiliki fungsi sebagai penopang komponen lainnya agar tetap dalam kondisi stabil pada saat mesin digunakan
Fungsi Sistem <i>Cover dan Hopper</i>	<i>Cover</i> dan <i>hopper</i> berfungsi sebagai tempat untuk menampung masuknya kertas , penutup proses pencacahan kertas dan tempat untuk keluarnya kertas
Fungsi Pisau Pencacah	Bagian yang berfungsi untuk mencacah kertas menjadi beberapa bagian dengan hasil cacahan 2,3 cm
Fungsi Penggerak	Sebagai sumber energi mekanik yang digunakan untuk menggerakkan mesin pencacah kertas
Fungsi Transmisi	Elemen mesin yang digunakan untuk memindahkan energi dari penggerak ke poros utama

3. Alternatif Pemecahan Masalah Fungsi Bagian

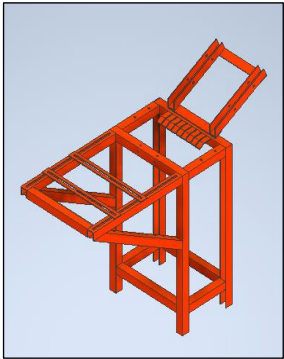
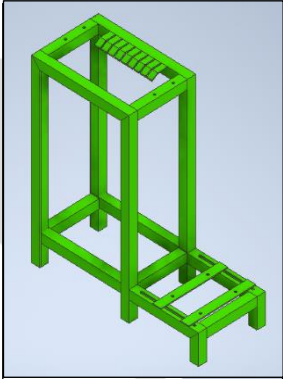
A. Fungsi Rangka

Alternatif bentuk rangka dapat dilihat dari tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4. 4 Alternatif Bentuk Rangka

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
1	Besi L 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konstruksi sederhana 2. Mudah dibuat 3. Harga material murah 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Terjadi deformasi 2. Penyimpangan ukuran akibat panas dari pengelasan 3. Tidak bisa digunakan untuk beban besar

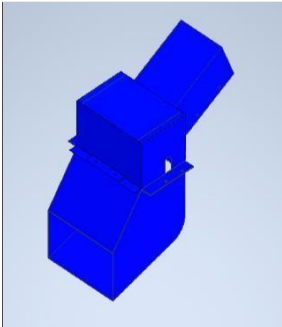
Lanjutan Tabel 4. 5 Alternatif Bentuk Rangka

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
2	<p>Besi UNP</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Komponen mudah dicari 2. Konstruksi kokoh 3. Dapat digunakan dengan beban besar 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sulit dibuat 2. Komponen yang banyak digunakan 3. Harga besi relatif mahal
3	<p>Besi Hollow/ Besi Kotak</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konstruksi lebih kuat 2. Mudah dimodifikasi 3. Komponen yang digunakan sedikit 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konstruksi berat 2. Perlu dicat agar tidak mudah korosi 3. Proses pengelasan yang cukup banyak

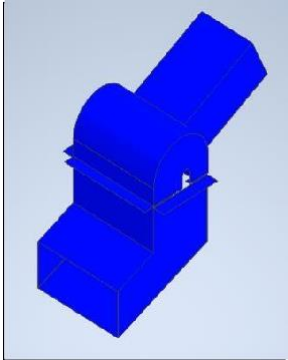
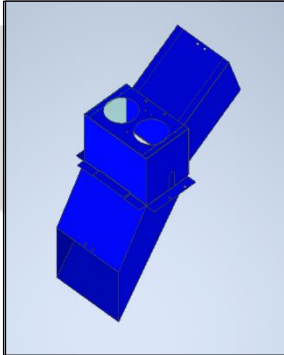
B. Fungsi Sistem *Cover* dan *Hopper*

Alternatif pengikatan *cover* dan *hopper* dapat dilihat dari tabel 4.5 dibawah ini :

Tabel 4. 6 Alternatif pengikatan Sistem *Cover* dan *Hopper*

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
1	<p>Pengikatan baut</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konstruksi ringan 2. Mudah dibongkar pasang 3. Konstruksi sederhana 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Komponen mesin cukup banyak 2. Tidak bisa menahan getaran yang tinggi 3. Lebih mahal

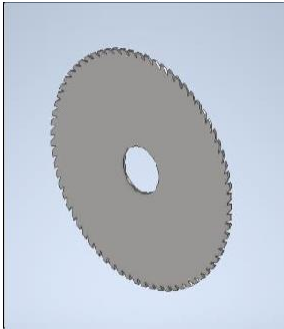
Lanjutan Tabel 4. 7 Alternatif pengikatan Sistem *Cover* dan *Hopper*

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
2	<p>Pengikatan las</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konstruksi kokoh 2. Menggunakan sedikit pemesinan 3. Mampu menahan getaran tinggi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sulit dibuat 2. Kertas bisa tertahan di sudut <i>hopper output</i> 3. Peyimpangan ukuran akibat panas dari pengelasan
3	<p>Pengikatan baut dan las</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Komponen sedikit 2. Mudah untuk keluar masuk kertas 3. Mudah dimodifikasi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pembuatan cukup sulit 2. Menggunakan cukup banyak proses pemesinan 3. Tidak mampu menahan beban yang berat

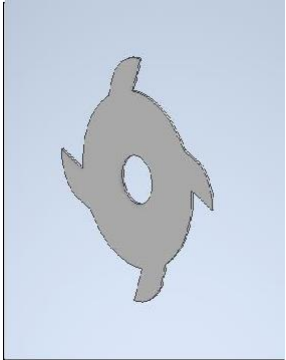
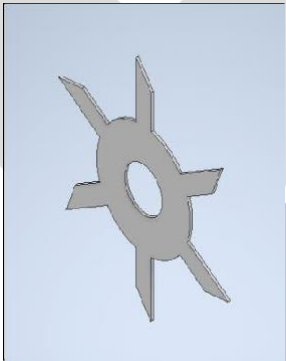
C. Fungsi Pencacah

Alternatif fungsi pencacah/pisau pencacah dapat dilihat dari tabel 4.6 dibawah ini :

Tabel 4. 8 Alternatif Fungsi Pencacah

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
1	<p>Mata gergaji bundar</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mudah dicari 2. Dapat digunakan pada rpm tinggi 3. Proses pencacahan yang lebih cepat 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Harga cukup mahal 2. Kekuatan material yang kurang kuat 3. Tidak dapat digunakan dalam jangka panjang

Lanjutan Tab 14.9 Alternatif Fungsi Pencacah

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
2	<p>Pisau 4 mata potong</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proses pembuatan sedikit 2. Konstruksi yang sederhana 3. Dapat digunakan dalam jangka panjang 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proses pemotongan yang jarang 2. Hasil cacahan yang kurang maksimal 3. Proses pencacahan yang tidak merata
3	<p>Mata pisau lurus</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proses pencacahan yang cepat 2. Proses pencacahan yang berulang-ulang 3. Dapat digunakan dalam jangka panjang 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proses pembuatan membutuhkan waktu yang lama 2. Tidak dapat digunakan pada rpm yang tinggi 3. Mudah patah

4. Pembuatan Alternatif Fungsi Keseluruhan

Alternatif-alternatif yang telah didapatkan selanjutnya dikombinasikan menjadi alternatif fungsi keseluruhan menggunakan metode kotak morfologi (ditulis varian konsep dengan simbolisasi “V”) yang terbagi menjadi tiga varian konsep.

Tabel 4. 10 Kotak Morfologi

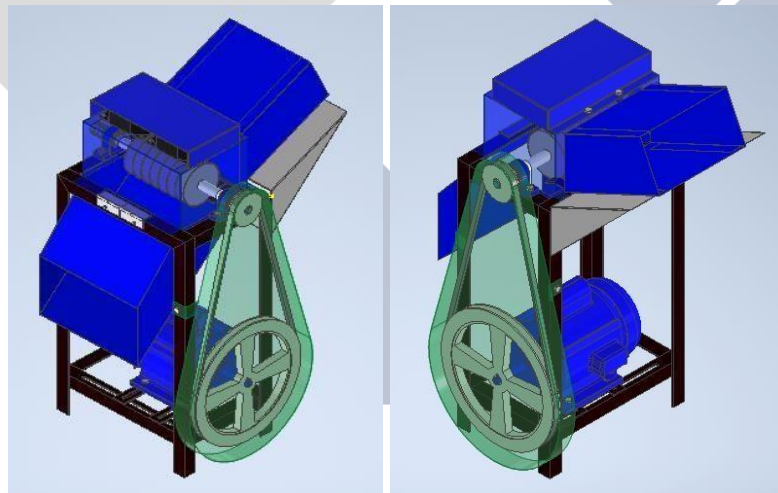
NO	FUNGSI BAGIAN	VARIAN KONSEP (V)		
		V1	V2	V3
1	Fungsi Rangka	A1	A2	C3
2	Fungsi <i>Cover</i> dan <i>Hopper</i>	B1	B2	C3
3	Fungsi Pisau Pencacah	C1	C2	C3
VARIAN KONSEP		V1	V2	V3

5. Varian Konsep

Berdasarkan kotak morfologi didapat tiga varian konsep yang ditampilkan dalam bentuk tiga dimensi. Setiap varian konsep dijelaskan berdasarkan kombinasi dari sub fungsi bagian yang telah dikombinasikan.

A. Varian Konsep 1 (A1)

Varian konsep 1 dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah ini :



Gambar 4. 4 Varian Konsep 1 (A1)

Deskripsi :

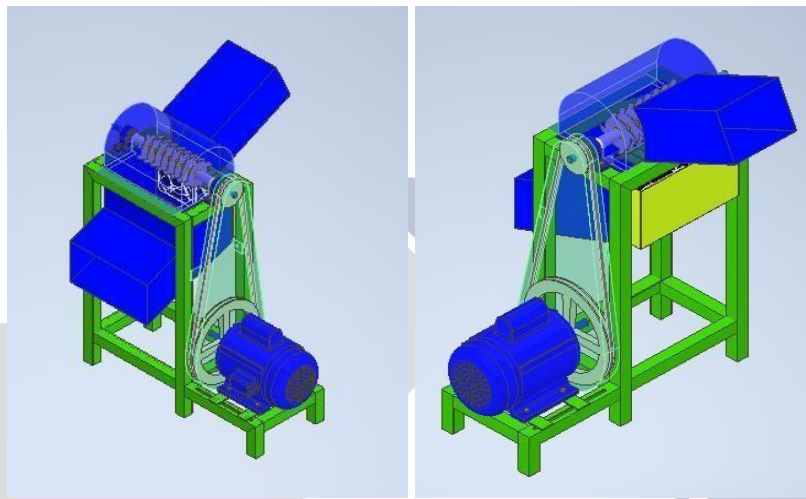
Pada varian konsep 1 (V1) terdapat rangka besi siku, mata potong gergaji bundar, sistem *cover* dan *hopper* menggunakan pengikatan baut dan las, dan sistem transmisi menggunakan puli dan sabuk-v

Cara kerja mesin, kertas dimasukkan kedalam *hopper input* dan akan melewati proses pencacahan dengan mata potong gergaji bundar sehingga kertas akan tercacah dengan sempurna, dengan adanya blower di atas *cover* sistem

pencacah maka cacahan kertas dan debu yang ada akan dengan mudah keluar melalui *hopper output* . Kelebihan pada varian konsep (V1) yaitu, komponen mesin mudah dibuat , proses pencacahan maksimal dan konstruksi mesin sederhana, sedangkan kelemahannya yaitu, mesin bergetar cukup tinggi.

B. Varian Konsep 2 (V2)

Varian konsep 2 dapat dilihat pada gambar 4.5 dibawah ini :



Gambar 4. 5 Varian Konsep 2 (A2)

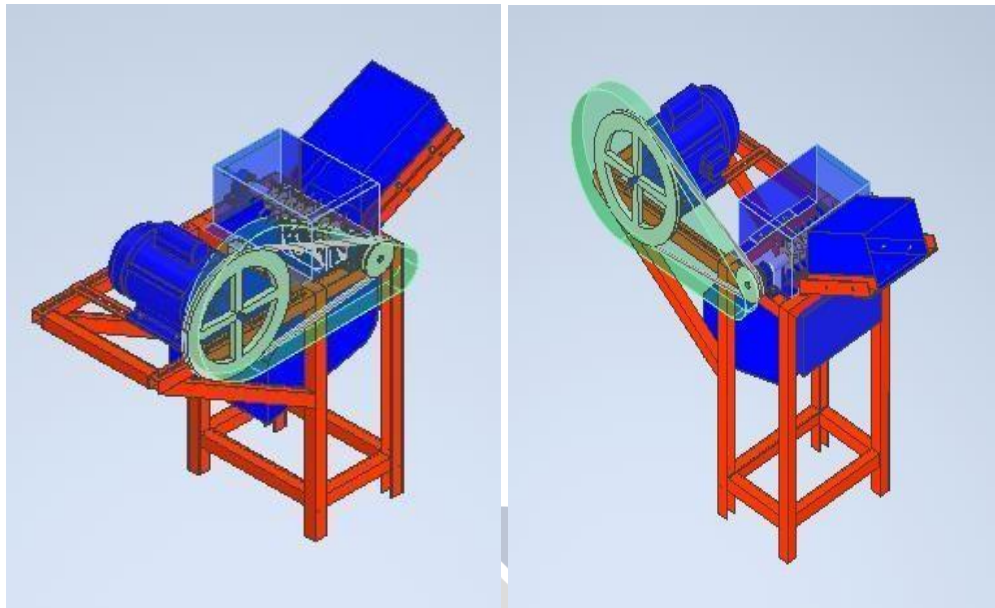
Deskripsi :

Pada varian konsep 2 (V2) terdapat rangka besi *hollow*, mata pisau 4 mata, sistem *cover* dan *hopper* menggunakan pengikatan las, dan sistem transmisi menggunakan puli dan sabuk-v.

Cara kerja mesin hampir sama dengan varian konsep 1 (V1) namun blower yang ada pada mesin ini terdapat di belakang *hopper output* yang akan mendorong hasil cacahan kertas melalui *hopper output*. Kelebihan dari varian konsep 2 (V2) yaitu, mudah pada saat pengoperasian mesin, tidak memerlukan perawatan khusus pada mesin dan konstruksi mesin yang cukup sederhana. Sedangkan kelemahannya yaitu, komponen mesin yang sulit dibuat dan mesin tidak dapat dibongkar.

C. Varian Konsep 3 (V3)

Varian konsep 3 dapat dilihat pada gambar 4.6 dibawah ini :



Gambar 4. 6 Varian Konsep 2 (A2)

Deskripsi :

Pada varian konsep 3 (V3) terdapat rangka besi UNP, mata pisau lurus, sistem *cover* dan *hopper* menggunakan pengikatan baut, dan sistem transmisi menggunakan puli dan sabuk-v.

Cara kerja mesin sama dengan varian konsep 2 (V2) yang memiliki blower di belakang *hopper output*. Kelebihan dari varian konsep 3 (V3) tidak memerlukan tenaga kerja profesional untuk mengoperasikan mesin, mudah dalam perawatan mesin dan mudah dalam perakitan. Sedangkan kelemahannya yaitu, komponen mesin yang cukup sulit dibuat dan hasil cacahan sulit keluar.

6. Penilaian Varian Konsep

1) Kriteria Penilaian

Setelah menentukan alternatif fungsi keseluruhan, selanjutnya akan dibuatkan penilaian terhadap varian konsep untuk menentukan varian konsep mana yang akan dipilih dan akan dilanjutkan ke proses pemesinan. Skala penilaian yang diberikan untuk menilai setiap varian konsep terdapat pada tabel 4.8 dibawah ini :

Tabel 4. 11 Kriteria Penilaian

3	2	1
Baik	Cukup Baik	Buruk

2) Penilaian varian konsep

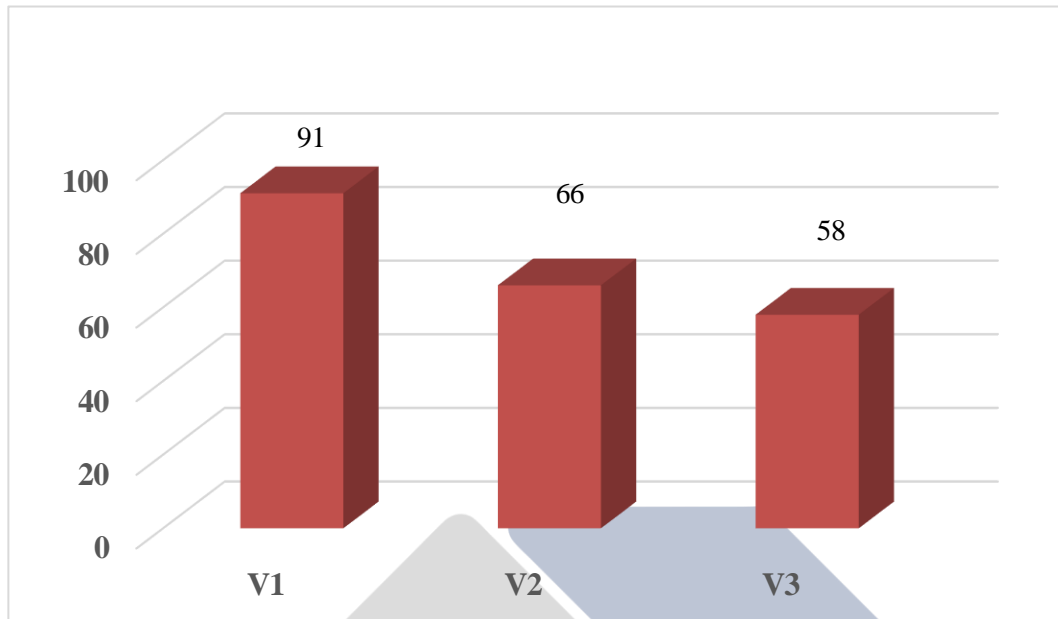
Penilaian masing-masing Varian Konsep (V) dapat dilihat pada tabel 4.9 dibawah ini :

Tabel 4. 12 Penilaian Varian Konsep

No	Aspek yang Dinilai	Varian Konsep			Nilai
		V1	V2	V3	– Ideal
1	Komponen Standar	2	1	1	3
2	Ekonomis	3	2	1	3
3	Pemesinan	3	3	3	3
4	Perawatan	3	2	2	3
Nilai Total		11	8	7	12
Presentase		91	66	58	100

7. Keputusan

Setelah dilakukan perbandingan dan penilaian dari setiap varian konsep (V), varian konsep 1 (V1) mendapatkan poin yang paling tinggi dengan raihan poin 91% dari 100%. Diagram penilaian terhadap varian konsep (V) dapat dilihat pada gambar 4.7 dibawah ini :

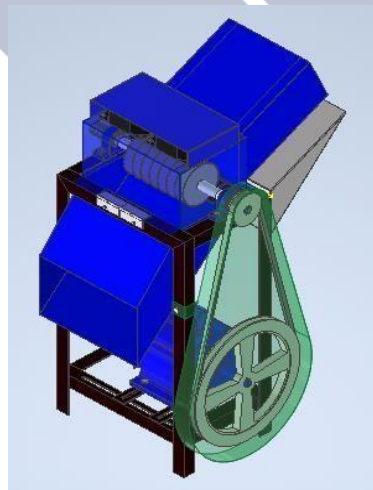


Gambar 4. 7 Diagram Penilaian

Untuk varian konsep yang dipilih adalah Varian Konsep 1 (V1) dan akan dilanjutkan pada proses pembuatan mesin.

4.1.3 Merancang

Berdasarkan hasil keputusan, maka hasil yang rancangan yang didapat dapat dilihat pada gambar 4.8 dibawah ini :



Gambar 4. 8 Optimalisasi Rancangan

4.1.4 Penyelesaian

Pada tahap ini hasil kombinasi alternatif fungsi keseluruhan atau varian konsep yang telah dipilih lalu dibuat suatu rancangan dan spesifikasi beberapa komponen. Kemudian dibuat gambar susunan dan gambar kerja. Hasil dari tahapan ini dapat dilihat pada lampiran.

4.2 Perhitungan dan Analisa

Dalam tahapan ini ada beberapa faktor yang perlu diperhitungkan dalam merancang mesin pencacah kertas :

1. Perhitungan kapasitas mesin (Q)

Kapasitas mesin yang direncanakan adalah 50 kg/jam. Diketahui kertas yang digunakan yaitu jenis A4 yang memiliki berat 80 gsm/ 5 gram per lembar dengan ukuran kertas 21 cm x 29,7 cm. Diperkirakan dalam 1 detik terdapat 3 kali proses pencacahan.

Maka dapat dihitung :

$$Q = \frac{5 \text{ gram} \times 3}{\text{detik}} = \frac{15 \text{ gram}}{\text{detik}} = \frac{0,015 \text{ kg}}{\text{detik}}$$

$$Q = \frac{0,015 \text{ kg} \times 3.600 \text{ detik}}{\text{jam}} = \frac{54 \text{ kg}}{\text{jam}} \rightarrow 50 \text{ kg/jam}$$

2. Perhitungan putaran (rpm) mata potong

Diketahui dalam 1 detik terdapat 3 kali proses pencacahan dan diperkirakan dalam 1 kali proses pencacahan dibutuhkan 5 putaran mata potong.

Maka dapat dihitung :

$$rpm = \frac{1 \times 5 \text{ putaran} \times 3}{\text{detik}} = \frac{15 \text{ putaran}}{\text{detik}}$$

$$rpm = \frac{15 \text{ putaran} \times 60 \text{ detik}}{\text{menit}} = \frac{900 \text{ putaran}}{\text{menit}}$$

3. Perhitungan torsi motor

Untuk mencari torsi (T) atau gaya momen untuk menggerakkan poros pada motor dapat dihitung menggunakan persamaan (2.5) :

$$T = \frac{P}{2\pi \frac{nr}{60}} = \frac{p.60}{2\pi.nr}$$

$$T = \frac{745 \text{ (wat)}.60}{2 \times 3,14 \times 1450 \left(\frac{\text{putaran}}{\text{detik}} \right)}$$

$$T = 4,91 \text{ N.m}$$

4. Perhitungan daya rencana (Pd)

Daya transmisi diambil daya rata-rata berdasarkan tabel faktor koreksi 2.2. Daya rencana untuk menggerakkan mesin pencacah kertas dapat dihitung menggunakan persamaan (2.6) :

$$Pd = fc \cdot P$$

$$Pd = 1,2 \times 0,745 \text{ (Kw)}$$

$$Pd = 0,894 \text{ Kw}$$

5. Kecepatan sabuk-v (V)

Kecepatan sabuk-v (V) dapat dihitung menggunakan persamaan (2.7) :

$$V = \frac{d_p n_1}{60 \times 1000}$$

$$V = \frac{75 \times 1450}{60 \times 1000}$$

$$V = 1,812 \text{ mm/s}$$

6. Putaran sabuk-v

Putaran sabuk-v dinilai baik karena kurang dari 30 m/s

7. Panjang keliling sabuk-v (L)

Untuk mencari panjang keliling sabuk-v (L) dapat dihitung menggunakan persamaan (2.8) :

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (d_p + D_p) + \frac{1}{4C} (D_p - d_p)^2$$
$$L = 2 \times 450 + \frac{3,14}{2} (75 + 120) + \frac{1}{4 \times 450} (120 - 75)^2$$

$$L = 1.207,275 \rightarrow 1.219 \text{ mm (dibulatkan berdasarkan ukuran sabuk-v standar)}$$

8. Diameter poros (d_s)

Diameter poros ditentukan dari diameter lubang yang ada pada mata potong yaitu diameter 20 mm.

9. Jarak sumbu poros (C)

Untuk mencari jarak sumbu poros dapat dihitung menggunakan persamaan (2.9) dan (2.10) :

$$b = 2L - 3,14 (D_p + d_p)$$

$$b = 2 \times 1219 - 3,14 (120 + 75)$$

$$b = 1.825,7$$

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(Dp - dp)^2}}{8}$$

$$C = \frac{1.825,7 + \sqrt{1.825,7^2 - 8(120 - 75)^2}}{8}$$

$$C = 452,862 \rightarrow 450 \text{ mm}$$

10. Perhitungan momen rencana (T) poros

Untuk mencari momen rencana untuk menggerakkan poros dapat dihitung menggunakan persamaan (2.11) :

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_2}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{0,894}{900}$$

$$T = 976,51 \text{ kg.mm}$$

11. Perhitungan tegangan geser (r)poros

Untuk mencari tegangan geser poros dapat dihitung menggunakan persamaan (2.12) :

Diketahui :

$$r = \frac{5,1T}{d_s^3}$$

$$r = \frac{5,1 \times 976,51}{20^3}$$

$$r = 0,6225 \text{ kg/mm}^2$$

12. Perhitungan tegangan geser izin (r_a) poros

Untuk mencari tegangan geser izin poros dapat dihitung menggunakan persamaan (2.13) :

$$r_a = \frac{\sigma_B}{sf1 \times sf2}$$

$$r_a = \frac{55}{6 \times 2}$$

$$r_a = 4,59 \text{ kg/mm}^2$$

4.3 Pembuatan Komponen

Proses pembuatan komponen mesin pencacah kertas dilakukan di bengkel mekanik Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Komponen mesin

pencacah kertas dibuat melalui beberapa proses pemesinan diantaranya mesin las, mesin bubut, mesin *frais* dan *milling*, mesin gerinda tangan, mesin bor tangan, dan mesin *bending*. *Operation Prosedure (OP)* pembuatan komponen dapat dilihat pada lampiran.

4.4 Perakitan/ *Assembly* Mesin

Pada tahap ini dilakukan proses perakitan/ *assembly* semua komponen mesin. Susunan proses perakitan mesin dapat dilihat pada lampiran.

4.5 Uji Coba

Hasil uji coba pencacahan kertas terhadap mesin yang telah dirancang bangun menggunakan kertas A4 dengan ukuran 21 cm x 29,7 cm yang memiliki berat 5 gram sebanyak 5 lembar dan dilakukan pengulangan uji coba sebanyak 5 kali maka dihasilkan seperti tabel 4.10 dibawah :

Tabel 4. 13 Hasil Uji Coba

Uji Coba Ke	Berat Kertas	Waktu (detik)	Hasil Cacahan
1	0,025 kg	1,22	2 - 2,5 cm
2	0,025 kg	1,35	2 - 2,5 cm
3	0,025 kg	1,56	2 - 2,5 cm
4	0,025 kg	1,78	2 - 2,5 cm
5	0,025 kg	1,40	2 - 2,5 cm
Jumlah		7,31	
Rata-rata		1,46	

Dari hasil pengujian, berdasarkan tabel 4.10, maka dapat dijelaskan sebagai berikut :

$$\frac{50 \text{ kg}}{0,025 \text{ kg}} = 2.000$$

$$2.000 \times 1,46 \text{ detik} = 2.920 \text{ detik}$$

$$\frac{2.920 \text{ detik}}{60 \text{ detik/menit}} = 48,6 \text{ menit}$$

Dari perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa dibutuhkan waktu \pm 48,6 menit untuk mencacah 50 kg kertas dengan berat kertas 5 gram/lembar.

Berdasarkan uji coba, mesin ini juga bisa mencacah kardus dengan memasukkannya satu per satu ke dalam *hopper input*. Hasil uji coba mesin pencacah kertas dapat dilihat pada gambar 4.9 dibawah :

Gambar 4. 9 Hasil Uji Coba



4.6 Analisa Hasil Uji Coba

Mesin pencacah kertas yang dirancang bangun seharusnya dapat mencacah kertas secara terus menerus (*continue*) atau dapat mencacah kertas satu per satu dengan cara memasukkan kertas sebanyak \leq volume *hopper input* yang dapat mencacah kertas dengan kapasitas 50 kg/jam dengan hasil cacahan rata-rata \pm 2 cm.

Berdasarkan hasil uji coba, mesin ini mampu mencacah kertas dengan kapasitas 50 kg/jam dengan hasil cacahan rata-rata \pm 2 cm dengan memasukkan maksimal 5 lembar kertas. Namun kelemahan pada mesin ini yaitu belum mampu mencacah kertas secara terus menerus (*continue*), masih sering terjadi kemacetan dan terdapat bunyi berisik pada mesin. Adapun penyebab mesin ini belum berfungsi secara maksimal yaitu :

1. Jalur masuk kertas pada *cover* atas terlalu besar dan kurang presisi sehingga kertas masuk dengan sekaligus yang menyebabkan kemacetan pada mesin dan tidak dapat mencacah secara terus menerus (*continue*)

2. Ring penahan pada sistem pemotong kurang presisi sehingga terjadi slip pada mata potong yang mengakibatkan proses pencacahan tidak merata dan kertas tertahan di sistem pemotong
3. Penyimpangan ukuran pada poros dan lubang puli menyebabkan putaran yang dihasilkan tidak berjalan dengan halus sehingga terjadi gesekan pada komponen yang berhubungan langsung dengan poros seperti mata potong, puli dan pasak serta getaran yang menyebabkan bunyi berisik pada mesin.

4.7 Perawatan Mesin

1. Perawatan mandiri

Perawatan mandiri dilakukan setiap hari dengan cara membersihkan mesin sebelum dan setelah penggunaan mesin.

2. Perawatan Preventif (*Preventive Maintenance*)

Adapun tujuan dari perawatan ini untuk mencegah timbulnya kerusakan yang dapat menyebabkan mesin berhenti berfungsi pada saat proses produksi. Perawatan preventif dilakukan sekali dalam sebulan.

Tabel 4. 14 Skema Perawatan Preventif

No.	Komponen Utama	Peralatan	Metode	Ket.
1	Motor Listrik	<ul style="list-style-type: none"> • Kunci pas • Obeng 	<ul style="list-style-type: none"> • Visual • Cek getaran dan bunyi pada saat motor berjalan 	Baik/ buruk
2	Puli dan Sabuk-V	<ul style="list-style-type: none"> • Kunci inggris • Treker 	<ul style="list-style-type: none"> • Visual • Cek getaran dan keretakan 	Baik/ buruk
3	<i>Pillow Block</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kunci pas • Treker 	<ul style="list-style-type: none"> • Visuals • Cek getaran dan bunyi 	Baik/ buruk
4	Mata Potong	-	<ul style="list-style-type: none"> • Visual • Cek gerigi mata potong 	Baik/ buruk

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penulisan laporan proyek akhir dan uji coba yang telah dilakukan pada mesin pencacah kertas, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan yaitu :

1. Mesin yang dirancang bangun ini mampu mencacah kertas jenis A4 dengan kapasitas 50 kg dalam waktu 48,6 menit dengan hasil cacahan rata-rata $\pm 2,3$ cm.
2. Mesin yang dirancang bangun ini mampu mencacah kardus dengan ukuran kardus yang tidak melebihi lebar *hopper input* dengan memasukkan kardus satu per satu melalui *hopper input*.
3. Kelemahan pada mesin yaitu terdapat bunyi berisik pada mesin, belum mampu mencacah kertas secara terus menerus (*continue*) dan masih sering terjadi kemacetan.
4. Berdasarkan kapasitas dan hasil cacahan pada tuntutan, mesin ini berfungsi sesuai target yang ada. Namun mesin yang dirancang bangun ini hanya mampu mencacah maksimal 5 lembar kertas untuk sekali proses pencacahan.

5.2 Saran

Adapun saran yang ada berdasarkan pembuatan proyek akhir ini yaitu :

1. Untuk mendapatkan kapasitas dan hasil cacahan yang sesuai dengan kebutuhan diperlukan perhitungan rpm yang akurat dan kepresisian ukuran yang tinggi pada sistem mata potong dari mesin pencacah kertas.
2. Agar mesin bisa mencacah secara terus menerus (*continue*) dan tidak terjadi kemacetan maka jalur masuknya kertas pada cover atas harus presisi dengan ukuran ketinggian 0,3mm – 0,5 mm.

3. Pembuatan ring penahan pada sistem pemotong harus presisi untuk menghindari slip pada mata potong yang dapat menyebabkan proses pencacahan tidak merata dan kertas tertahan pada sistem pemotong.
4. Untuk mengurangi bunyi berisik pada mesin maka pembuatan poros harus menggunakan toleransi suaian agar komponen mesin yang berhubungan dengan poros seperti mata potong, puli dan pasak dapat terikat dengan erat dan berjalan halus sesuai dengan fungsinya dan tidak terjadi gesekan akibat penyimpangan dimensi komponen.



DAFTAR PUSTAKA

- Alfadhilani dan Isa Setiasyah Toha, (2008), "Penentuan Urutan Perakitan Produk Multiaksial Ortogonal dengan Mempertimbangkan Titik Lokasi Mating dan Volume Komponen", *Jurnal Teknik Industri*, vol.10, no.2, pp. 124-137.
- Awali dan Asroni, (2013), "Analisa Kegagalan Poros dengan Pendekatan Metode Elemen Hingga.", *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, vol.2, no.2.
- Corinthias P. M. Sianipar dkk., (2013), "Design Methodology for Appropriate Technology: Engineering as if People Mattered", vol.5, pp. 3382-3425.
- Eko Luqman Armansyah, (2020), "Analisis Motor Listrik General Service Pump yang Terbakar di MV KT 06", *Skripsi*, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Semarang.
- Erlan Supriyanto, (2011), "Penentuan Interval Waktu Perawatan Forklift Scaglia Berdasarkan Data Laju Kerusakan Mesin di PT. "X"". *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan*, vol.1, no.3.
- Faisal Lubis dkk., (2021), "Analisa Kekuatan Bearing Pada Prototype Belt Conveyor, *Jurnal Mesil (Mesin, Elektro, Sipil)*", vol.2, no.2, pp. 51-57.
- Hyprowira, (2020), *Kiat Perawatan dan Pemeliharaan Mesin Industri*, diakses pada 21 Mei 2023, <<https://hyprowira.com/blog/perawatan-dan-pemeliharaan-mesin-industri>>.
- I Nyoman Bagia dan I Made Parsa, (2018), *Motor-Motor Listrik.*, CV. Rasi Terbit.
- Imam Arifin, (2013), *Komponen-Komponen Mesin*, diakses pada 10 Mei 2023, <<http://sumberautomotive.blogspot.com/2014/02/komponen-mesin.html>>.
- Kementerian Lingkungan Hidup (KLHK), (2020), *Sampah Kertas di Indonesia*, diakses pada 5 Mei 2023, < <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/> >

Muhammad Arsyad dan Ahmad Zubair Sultan, (2018), *Manajemen Perawatan*, Deepublish, Yogyakarta.

Risky Abadi, (2023), *Motor DC : Pengertian, Fungsi, Prinsip Kerja, Jenis Bagian*, diakses pada 20 Mei 2023, <<https://thecityfoundry.com/motor-dc/>>.

Sularso dan Kiyokatsu Suga (2004), *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

